

Method and circuit arrangement for reducing noise in digitised television signals

Patent Number: DE3617827
Publication date: 1987-12-03
Inventor(s): SCHAMEL GUENTER DIPL ING (DE); KUMMEROW THOMAS DR ING (DE)
Applicant(s): HERTZ INST HEINRICH (DE)
Requested Patent: ☐ DE3617827
Application Number: DE19863617827 19860526
Priority Number(s): DE19863617827 19860526
IPC Classification: H04N5/213 ; H04N7/13 ; H04N9/64 ; H04N11/04
EC Classification: H04N5/213
Equivalents:

BEST AVAILABLE COPY

Abstract

A noise reduction of digitised television signals should become effective even with movements in the image content and not perceptibly impair the image sharpness. An estimated-value signal for the noise component is calculated (6) from the difference (3) of a frame-to-frame comparison (1, 5) and the difference (4) between the noisy input signal (1) and the calculated estimated-value signal (6) is formed which supplies the reduced-noise

output signal (2) which is stored for subsequent calculations (5).



Data supplied from the esp@cenet database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 36 17 827 C 2

⑤1 Int. Cl. 5:
H 04 N 5/213
H 04 N 7/13
H 04 N 9/64
H 04 N 11/04

⑳ Aktenzeichen: P 36 17 827.6-31
㉔ Anmeldetag: 26. 5. 86
㉕ Offenlegungstag: 3. 12. 87
㉖ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 9. 7. 92

DE 36 17 827 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉗ Patentinhaber:
Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin
GmbH, 1000 Berlin, DE

㉘ Erfinder:
Schamel, Günter, Dipl.-Ing.; Kummerow, Thomas,
Dr.-Ing., 1000 Berlin, DE

㉙ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

- DE 33 19 438 A1
- =US 45 49 213
- DE 33 09 717 A1
- DE 33 09 715 A1
- =GB 21 38 237 A
- DE 33 07 687 A1
- =GB 21 36 655 A
- =US 45 39 594
- DE 31 21 597 A1
- =GB 20 99 657 A
- =US 44 85 403
- DE 29 17 022 A1
- DE 26 58 676 A1
- US 40 90 221
- EP 00 64 192 A2

㉚ Verfahren und Schaltungsanordnung zur Rauschreduktion digitalisierter Fernsehsignale

DE 36 17 827 C 2

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und auf eine Schaltungsanordnung zur Rauschreduktion digitalisierter Fernsehsignale.

Der bekannte Stand der Technik, von dem die Erfindung ausgeht, ist insbesondere der DE 33 09 715 A1, in ähnlicher Weise auch den DE 31 21 597 A1 und DE 33 07 687 A1 zu entnehmen. Derartige Systeme beruhen auf dem Prinzip des sogenannten Bild-zu-Bild-Vergleichs, wobei zur Durchführung rekursiver Operationen in ihrem Rauschanteil bereits reduzierte Fernsehsignale gegenüber noch unvermindert verrauschten Eingangssignalen um die Dauer einer Vollbildperiode zu verzögern sind und für jeden Bildpunkt zwischen unverzögerten und verzögerten Fernsehsignalen die zur Erzeugung eines den Rauschanteil vermindernenden Korrektursignals heranzuziehende Differenz zu bilden ist.

Aus der GB-Zeitschrift "IEE Proc.", Bd. 127, Pt. G. Nr. 2, April 1980, 52—56 (T. J. Dennis) und der GB-Zeitschrift "Television Journal of the Royal Television Society", Mai — Juni 1980, 29—33 (J. R. Sanders) ist es bereits bekannt gewesen, Rauschreduktionssysteme vorzusehen, die große Ähnlichkeit mit sogenannten "Interframe DPCM"-Schaltungen zeigen. Insbesondere können dabei rekursive digitale Filter und Bildspeicher eingesetzt werden.

Im Zuge der Weiterentwicklung zu Bildkommunikationsformen der Zukunft sind also Verbesserungen der Bildqualität durch Maßnahmen bei der digitalen Signalverarbeitung zu erzielen. Weitere Fortschritte sind zu erwarten, die das gesamte Übermittlungssystem betreffen, d. h. von der Aufnahme über die Übertragung bis zur Wiedergabe. Dabei wird Kompatibilität zum bestehenden System gefordert.

Ein Evolutionsschritt besonderer Art ist mit einer Gesichtsfeldfüllenden, hochauflösenden Bildwiedergabe durch ein hochzeitiges System (HDTV=High Definition Television) mit digitaler Signalverarbeitung bei Aufnahme und Wiedergabe verbunden.

Ein Überblick hierzu wurde anlässlich der "Internationalen Funkausstellung Berlin", 30. August bis 8. September 1985 (vgl. Sonderdruck aus dem "Messe-Service": Technisch-wissenschaftliches Programm) gegeben.

Die Rauschreduktion zielt darauf ab, die Bildqualität entweder schon unmittelbar hinter der Fernsehkamera oder spätestens in einem digitalen Empfänger zu verbessern. Kameras der ersten Generationen für HDTV führen infolge der hohen erforderlichen Bandbreite zu besonders hohen Rauschanteilen im Fernsehsignal.

Ein erhebliches Problem bei einer Reduktion des Rauschens besteht darin, daß es nur soweit ausgefiltert werden kann, ohne zusätzliche örtliche Verzerrungen herbeizuführen, als im Bildinhalt keine oder nur geringfügige Bewegungen auftreten.

Für die Detektion von Bewegungen im Bildinhalt und deren Berücksichtigung bei der Rauschreduktion ist weiterer technischer Aufwand erforderlich. Beispielsweise — vgl. insbesondere die eingangs genannte DE 33 09 715 A1 — werden nichtlineare Schaltungen eingesetzt oder Szenen in bewegte und nichtbewegte Bereiche unterteilt und bezüglich der Rauschreduktion nur Bildbereiche ohne bewegte Inhalte unterzogen. Mit Maßnahmen zur Bewältigung solcher und ähnlicher Probleme befassen sich — neben den zuvor bereits erwähnten Druckschriften — z. B. auch die DE 33 19 438 A1 (=US 45 49 213), die DE 29 17 022 A1, die DE 26 58 676 A1, insbesondere auch die US 40 90 221, die

EP 00 64 192 A2 und die DE 33 09 717 A1.

Obwohl Rauschen in Bildbereichen mit bewegten Inhalten und die Bewegung selbst sich teilweise überlagern, ist insbesondere bei langsam bewegten Bildinhalten das Rauschen als störend wahrnehmbar. Außerdem führt eine nichtlineare Filterung zu einer Art mehrfacher Pseudokonturen am Rand größerer, sich bewegender Bildinhalte.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabenstellung besteht nun darin, das Rauschen so zu reduzieren, daß auch bei Bewegungen des Bildinhalts keine zusätzliche Unschärfe im Bild erzeugt wird.

Gelöst wird dies gemäß der Erfindung durch die technische Lehre, die im Patentanspruch 1 für das Verfahren und im Patentanspruch 9 für die Schaltungsanordnung angegeben ist. Dabei handelt es sich zwar auch um eine Art DPCM-System. Der für die Erfindung wesentliche Gedanke besteht dabei darin, für den Rauschanteil eine Schätzwertberechnung vorzunehmen und diese Schätzwerte von dem verrauschten Eingangssignal abzuziehen. Eine derartige Rauschreduktion läßt sich bei digitalisierten Fernsehsignalen in Komponentendarstellung, also bei TV mit herkömmlicher Auflösung, bei HDTV, bei Studiosystemen, für Fernsehsysteme im medizinischen Bereich und dergleichen durchführen.

Besonders vorteilhafte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen technischen Lehre sind in den Ansprüchen 2 bis 8 bzw. 10 bis 22 angegeben. Diese sowie deren Vorzüge und Unterschiede im Vergleich zum vorbekannten Stand der Technik werden im Zusammenhang mit den nachfolgenden Erläuterungen zu den Zeichnungen beschrieben.

Die schematischen Darstellungen zeigen:

Fig. 1: ein Blockschaltbild zur Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Rauschreduktionssystems;

Fig. 2: ein Blockschaltbild mit den Grundformen der Einrichtungen in den einzelnen Zweigen;

Fig. 3: ein detaillierteres Blockschaltbild für den Zweig, der zur Erzeugung eines Schätzwertsignals für den Rauschanteil dient;

Fig. 4: eine Charakteristik für die unterschiedliche Bewertung höher- und niederfrequenterer Anteile bei der Erzeugung des Schätzwertsignals;

Fig. 5: ein Blockschaltbild für eine maximale Ausstattung des Zweiges, der zur Erzeugung eines Schätzwertsignals für den Rauschanteil dient;

Fig. 6: ein Blockschaltbild für eine optimierte Ausbildung entsprechend Fig. 5;

Fig. 7: ein Schaubild zur Verdeutlichung des Prinzips einer Mittelwertbildung für einen Bildpunkt;

Fig. 8: eine allgemeine Struktur einer Schaltung für eine Mittelwertbildung gemäß Fig. 7;

Fig. 9: eine spezielle Struktur einer Schaltung für eine Mittelwertbildung gemäß Fig. 7;

Fig. 10: eine allgemeine Struktur für einen digitalen Hochpaß;

Fig. 11: eine spezielle Struktur einer Schaltung für einen digitalen Hochpaß;

Fig. 12: eine spezielle Struktur für eine weitere optimierte Ausbildung einer Schaltung gemäß Fig. 5 und

Fig. 13: ein Schaubild nach Art eines Blockschaltbildes für ein stark vereinfachtes Beispiel der zeitlichen Abläufe im erfindungsgemäßen Rauschreduktionssystem.

Das in Fig. 1 gezeigte Blockschaltbild läßt erkennen, daß von einem dem Eingang 1 der Schaltungsanordnung zugeführten verrauschten Eingangssignal an einem Subtrahierer 4 etwas abgezogen wird, bevor an den

Ausgang 2 der Schaltungsanordnung ein rauschreduziertes Ausgangssignal gelangt. Dazu wird zunächst das zuletzt ausgegebene Ausgangssignal in einem Vollbildspeicher 5 abgespeichert. An einem weiteren Subtrahierer 3 wird für jeden Bildpunkt ein Bild-zu-Bild-Vergleich durchgeführt, d.h. die Differenz gebildet zwischen dem aktuell angelieferten Signal und dem Signal für diesen örtlich identischen Bildpunkt, das jedoch eine Vollbildperiode zuvor abgegeben worden ist. Diese Differenz kann theoretisch jeden Wert, einschließlich Null, zwischen den möglichen Extrema annehmen.

Der erfindungsgemäßen Lösung liegt nun das Prinzip zugrunde, das Signal, das sich als Ergebnis des Bild-zu-Bild-Vergleichs ergibt, zu verarbeiten, nämlich daraus mit Mitteln 6 einen Schätzwert für den Rauschanteil zu erzeugen, der von dem verrauschten, ansonsten in keiner Weise veränderten Eingangssignal abgezogen wird, um ein rauschreduziertes Ausgangssignal bereitzustellen. In einem ungünstigen Fall, d.h. bei — aus welchen Gründen auch immer — fehlendem Schätzwertsignal, gelangt das verrauschte Eingangssignal völlig unverändert zum Ausgang.

Die Kriterien, nach denen eine Rauschreduktion erfolgen soll, können unterschiedlicher Art sein. Eines der schwer zu lösenden Probleme ist — wie bereits eingangs erwähnt — die Berücksichtigung von Bewegungen im Bildinhalt. Die weiteren Ausführungen befassen sich deshalb beispielhaft mit Maßnahmen und Vorkehrungen, die in erster Linie zu diesem Zweck ergriffen werden können.

Hinsichtlich der Unterscheidbarkeit zwischen hochfrequentem Rauschen und höher- und niederfrequenten, auf Bewegungen des Bildinhalts zurückzuführender Signalanteile läßt sich zunächst feststellen, daß schnelle Bewegungen niederfrequente zeitliche Änderungen bewirken als langsame Bewegungen und daß scharfe Konturen bei schnellen Bewegungen ohnehin nicht erwartet werden und wahrnehmbar sind. Als Erklärung hierzu kann die Vorstellung dienen, daß sich bei einer langsamen Bewegung ein großer Unterschied zwischen den Signalen zweier benachbarter Bildpunkte ergibt, bei schnellen Bewegungen hingegen sich ein solcher Unterschied über eine Reihe von Bildpunkten verteilt. Hieraus läßt sich nun der Schluß ziehen, daß eine lineare Filterung vorteilhaft ist. Dadurch lassen sich zwar schnelle Bewegungen einerseits und Rauschen sowie langsame Bewegungen andererseits im Übergangsbereich nicht scharf voneinander trennen, was aber ohnehin nicht genau möglich ist. Um hier die Auswirkungen zu verbessern, kommt eine weitere Maßnahme, nämlich eine unterschiedliche, d.h. nichtlineare Bewertung der ausgefilterten Signalanteile zur Anwendung, für die eine Steuerung erforderlich ist.

Gemäß Fig. 2 erfolgt die Steuerung 6.90 auf der Grundlage derselben Ergebnisse, die zur Erzeugung des Schätzwertsignals in der Schleife 6.00 dienen, nämlich dem Differenzsignal aus dem Bild-zu-Bild-Vergleich, der im Subtrahierer 3 vorgenommen wird.

Anhand von Fig. 3 und Fig. 4 soll die Erzeugung eines bewegungsadaptierten Schätzwertsignals näher erläutert werden: Das vom Ausgang des Subtrahierers 3 bereitgestellte Differenzsignal kann positiv oder negativ sein. Deshalb wird für die Steuerung 6.90 zunächst mittels eines Betragsbildners 6.91 der Betrag dieser Differenz ermittelt und sodann einer zweidimensionalen Filterung 6.92 unterzogen. Das Filter 6.92 liefert entsprechend der Richtung — horizontal und vertikal — einer detektierten Bewegung und deren Ausmaß zwischen

den Signalen örtlich identischer, zeitlich um eine Vollbildperiode auseinanderliegender Bildpunkte eine Adresse für einen Tabellenspeicher 6.93, der für die einzelnen Adressen i unterschiedliche Koeffizienten x_1 und x_2 enthält.

In zwei Signalpfaden, die ebenfalls vom Ausgang des Subtrahierers 3 abgehen, werden höher- und niederfrequente Signalanteile unterschiedlich belassen, im vorliegenden Beispiel in einem Pfad mittels eines Hochpasses 6.11 nur die dort durchgelassenen Signalanteile, im anderen Pfad alle Signalanteile unverändert. Mittels der Multiplikatoren x_1 und x_2 aus dem Tabellenspeicher 6.93 werden diese Signale jedoch unterschiedlich in Multiplizierern 6.12 bzw. 6.22 bewertet.

Dies geschieht z.B. im Falle eines sich langsam bewegenden Objektes im Bild, d.h. kleiner Werte für i , hinter dem Tiefpaß 6.29 für eine hochfrequente Änderung in der Weise, daß das ungefilterte Signal im Multiplizierer 6.22 mit einem großen Multiplikator x_2 , das gefilterte Signal im Multiplizierer 6.12 mit einem kleinen Multiplikator x_1 — vgl. Kennlinien für x_1 und x_2 in Abhängigkeit von i in Fig. 4 — bewertet wird. Das aus diesen beiden Anteilen im Addierer 6.30 zusammengesetzte Schätzwertsignal, das im Subtrahierer 4 vom verrauschten Eingangssignal abgezogen wird, besteht in diesem Fall also aus der Summe der Produkte eines kleinen Multiplikators x_1 mit dem vom Hochpaß 6.11 gefilterten Signal und eines großen Multiplikators x_2 für das ungefilterte Differenzsignal aus dem Bild-zu-Bild-Vergleich. Das bedeutet, in dem am Ausgang 2 abzugebenden Ausgangssignal, das auch in den Vollbildspeicher 5 einzuschreiben ist, werden hauptsächlich die hochfrequenten zeitlichen Änderungen reduziert, also Rauschen. Die örtliche Auflösung bleibt in diesen Bildbereichen unbeeinflusst.

Im Falle eines sich schnell bewegenden Objekts im Bild werden die auf diese niederfrequenten zeitlichen Änderungen des Differenzsignals zurückzuführenden Anteile vom Hochpaß 6.11 zurückgehalten und die hochfrequenten Anteile in diesem Pfad mit einem großen Multiplikator x_1 im Multiplizierer 6.12 bewertet. Dafür erfolgt eine Bewertung des ungefiltert belassenen Signals im anderen Pfad mit einem kleinen Multiplikator x_2 im Multiplizierer 6.22. Das Schätzwertsignal hinter dem Addierer 6.30 reduziert beim verrauschten Eingangssignal im Subtrahierer 4 wiederum hochfrequente Anteile, also Rauschen. Scharfe Konturen sind bei schnellen Bewegungen infolge der Kameraintegration ohnehin nicht vorhanden. Der wesentliche Vorzug dieser Maßnahmen wird jedoch deutlich für den mittleren Bereich. Hier erfolgt ein weiches Umlenden zwischen den oben erläuterten extremen Fällen. Da diese Maßnahmen für jeden einzelnen Bildpunkt individuell durchgeführt werden, ergibt sich über die gesamte Bildfläche auf diese Weise eine wohl optimale Rauschreduktion. Die Steuerung hierbei kann insbesondere in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der Bewegung des betreffenden Bildinhalts erfolgen. Es ist jedoch auch möglich, z.B. die Richtung und den Richtungssinn solcher Bewegungsgeschwindigkeiten in die Steuerung mit einzubeziehen.

Zunächst wird noch auf die etwas weiter oben schon erwähnte Möglichkeit eingegangen, auch Konturschärfen zu verringern. Hierzu ist es erforderlich, höherfrequente Anteile von einer gewissen Grenze ab in gewissem Umfang zu begrenzen. Dies kann durch nichtlineare Signalumwandler 6.13, 6.23, 6.31 — vgl. Fig. 5 — erreicht werden. Werden individuelle nichtlineare Kennlinien gewünscht, sind derartige Signalumwandler

6.13 und/oder 6.23 mit oder ohne einen nichtlinearen Signalumwandler 6.31 für das zusammengesetzte, fertige Schätzwertsignal vorzusehen. In vielen Fällen dürfte allein ein solcher Signalumwandler 6.31 ausreichen.

Außerdem zeigt Fig. 5 auch noch einen Tiefpaß 6.21 in einem der beiden Signalpfade. Dessen Einsatz empfiehlt sich z.B. dann, wenn eine Quelle, z.B. ein Filmabtaster, vorwiegend niederfrequentes Rauschen enthält, also verhältnismäßig leicht vorausgesetzt werden kann, daß höherfrequente Anteile hauptsächlich von langsam bewegten Objekten hervorgerufen sein können.

In diesem Zusammenhang ergeben sich schaltungstechnische Vereinfachungen insoweit, als sich ein nichtlinearer Signalwandler — in Fig. 5 die Signalwandler 6.13 bzw. 6.23 — mit den jeweiligen Multiplizierern 6.12 bzw. 6.22 vereinigen lassen, indem die Multiplizierer mit unterschiedlichen Multiplikatoren, entsprechend der gewünschten nichtlinearen Kennlinie des Signalwandlers 6.13 bzw. 6.23 arbeiten. Hierzu können beispielsweise ROM- oder (E)PROM-Bauelemente verwendet werden.

In ähnlicher Weise lassen sich — wie Fig. 6 zeigt — auch der Betragsbildner 6.91 und der Tabellenspeicher 6.93 vereinigen. Weiterhin können im Tabellenspeicher 6.93 auch noch die Nichtlinearitäten 6.13 und/oder 6.23 berücksichtigt sein. Voraussetzung dabei ist, daß gegenüber der in Fig. 3 gezeigten Anordnung der Tiefpaß 6.92 vor dem Betragsbildner 6.91 angeordnet ist, d.h. zwischen Betragsbildner 6.91 und Tabellenspeicher 6.93 sich keine weitere Schaltungseinheit befindet. In diesem Falle läßt sich zudem der zweidimensionale Tiefpaß 6.92 unter der Voraussetzung, daß sich sein Frequenzgang und der des Hochpasses 6.11 zu 1 ergänzen, mehrfach nutzen: An die Stelle des Hochpasses 6.11 kann dann ein Subtrahierer 6.19 treten, dessen zweiter Eingang mit dem Ausgangssignal des Tiefpasses 6.92 aus dem Steuer-Abzweig gespeist wird.

Anhand der Fig. 7 läßt sich die Funktion eines zweidimensionalen Filters 6.92 verdeutlichen. Im gewählten Beispiel soll der Mittelwert für das Signal des Bildpunktes 517 gebildet werden. Der Wert für dieses Signal soll die Werte der Signale benachbarter Bildpunkte berücksichtigen, hier jeweils die in den Halbbild-Zeilen darüber und darunter und dort jeweils in fünf Spalten. Das sind die Bildpunkte 3 bis 7, 515 bis 519 und 1027 bis 1031. Da für den Bildpunkt 517 die Mittelwertbildung erst dann vorgenommen werden kann, wenn auch das Signal für den Bildpunkt 1031 vorliegt, ergibt sich eine Grundverzögerung für das gesamte System, die der Dauer entspricht, die für 1 Zeile + 2 Bildpunkte benötigt wird (vgl. Laufzeitausgleich 6.17; 6.27; 6.70).

Hierauf begründet sich übrigens die Notwendigkeit, im Signalzweig für das verrauschte Eingangssignal — vgl. Fig. 2 — den entsprechenden, bislang noch nicht erwähnten Laufzeitausgleich 7 vorzusehen.

Die Fig. 8 zeigt eine allgemeine Struktur für eine Schaltung eines Mittelwertbildners als Sonderform eines zweidimensionalen Tiefpasses 6.92. Am Eingang soll sich das Signal für den Bildpunkt 1031 befinden. Es gelangt unmittelbar an den Summenbildner. Dieser erhält außerdem zum selben Zeitpunkt die Signale der übrigen, zur Mittelwertbildung heranzuziehenden Bildpunkte über mehrere Verzögerungsglieder, für Bildzeilen mit 512 Punkten sind das z.B. Schieberegister zu 512 τ , sowie über je fünf Schieberegister zu je 1 τ (mit τ ist der zeitliche Abstand zweier Bildpunkte bezeichnet).

Die Signale der betreffenden Bildpunkte befinden sich in dieser Schaltung an den mit den laufenden Num-

mern gekennzeichneten Stellen. Der Summenbildner kann also zum Zeitpunkt des Signals 1031 den gewünschten Mittelwert des Signals für den Punkt 517 ausgeben.

In den einzelnen Zuleitungen zum Summenbildner können die Signale noch einzeln — mittels hier nicht dargestellter Mittel — gewichtet, somit ein zweidimensionaler Frequenzgang festgelegt werden.

Für den Summenbildner wird hierbei eine verhältnismäßig aufwendige Gatterschaltung benötigt. Die Fig. 9 zeigt eine spezielle, weniger aufwendige Struktur. Deren Funktionsweise besteht darin, daß zunächst drei Punkte am linken Bildrand zusammengefaßt werden und so weiter, bis der Mittelwert einer 5×3 -Matrix von Bildpunkten entstanden ist. Dieser Mittelwert befindet sich dann am Eingang des einzigen Subtrahierers in der Gatterschaltung. Hernach fallen bei jedem Bildpunktakt die Mittelwerte des linken Randes L der 5×3 -Matrix weg, und es kommt der Mittelwert des neuen rechten Randes R hinzu. Zum Zeitpunkt des Signals für den Bildpunkt 1031 am Eingang befindet sich am letzten Addierer der Gatterschaltung einerseits der Mittelwert des Signals für den Punkt 516, und andererseits erhält er den Mittelwert des bisherigen linken Randes L (1026/514/2) als Subtrahend und den des neuen rechten Randes R (1031/519/7) als Minuend. Hieraus wird der neue Mittelwert für das Signal des Bildpunktes 517 gebildet, ausgegeben und im letzten Schieberegister für den nächsten Takt abgespeichert.

Die Fig. 10 zeigt die Struktur für einen eindimensionalen Hochpaß, z.B. für einen Hochpaß 6.11. Auch hier ist mit τ die Dauer eines Bildpunktaktes bezeichnet. Diese Schaltung arbeitet z.B. mit einer 10 bit-Auflösung und besteht aus jeweils zwei entsprechenden Registern und Addierern. Üblicherweise werden dabei allerdings die Signale unterschiedlich gewichtet.

In Fig. 11 ist eine spezielle Struktur gezeigt, bei der die Koeffizienten $-1/4$, $+1/2$, $-1/4$ durch schaltungstechnische Maßnahmen realisiert sind. Das erste Bit MSB eines Signals soll hier zur Kennzeichnung des Vorzeichens dienen. Eine Invertierung INVERT und eine Verschiebung des eigentlichen Signals um zwei Stellen an einem Addierer ADD führt zum Koeffizienten $-1/4$, eine Verschiebung des Signals um eine Stelle zum Koeffizienten $+1/2$.

In Fig. 12 ist ein Aufbau mit PROM-Speichern für Multiplizierer 6.12, 6.22 — gegebenenfalls vereinigt mit nichtlinearen Signalwandlern 6.13, 6.23 — und Tabellenspeicher 6.93 — gegebenenfalls vereinigt mit dem Betragsbildner 6.91 — dargestellt. Für die Multiplizierer 6.12, 6.22 ist eine Auflösung von 12 bit oder mehr, z.B. 8 bis 10 bit für die Eingangssignale und 4 bit für die Multiplikatoren x_1, x_2 vorgesehen. Aus den Angaben zur Auflösung der Signale an den Eingängen des Subtrahierers 3 und am Ausgang des Addierers 6.30 ist zu erkennen, daß innerhalb des Rauschreduktionssystems die Verarbeitung und Speicherung von Signalen mit höherer Genauigkeit erfolgen sollte, als durch die Auflösung der Eingangs- und Ausgangssignale vorgegeben ist. Die Größe bzw. Kapazität der Speicherelemente ergibt sich aus den Angaben zur Auflösung der Signale.

Anhand der Fig. 13 werden für ein stark vereinfachtes Beispiel nunmehr noch die prinzipiellen Vorgänge im Bildspeicher 5 und im Zweig für das verrauschte Eingangssignal zwischen dem Eingang 1 der Schaltungsanordnung und dem ersten Eingang (+) des zweiten Subtrahierers 4 erläutert. Hierbei soll — ähnlich dem Beispiel im Zusammenhang mit Fig. 7 — eine Mittelwert-

bildung bei der Berechnung des Schätzwertes für den Rauschanteil durchgeführt werden. Sämtliche Verarbeitungsvorgänge sollen — der Einfachheit halber angenommen — innerhalb der Dauer eines Bildpunktaktes erfolgen.

Die im Vollbildspeicher 5 befindlichen Signale werden mit jedem Bildpunktakt aktualisiert; sie entstammen also teils der aktuellen, teils der vorangegangenen Vollbildperiode und sind in zwei Halbbilder 1.H und 2.H — im stark vereinfachten Beispiel zu je 3 Zeilen à 4 Punkte — untergliedert.

Befindet sich am Eingang 1 das Signal für den Bildpunkt P 12, wird aus dem Speicher 5 das Signal P 12m gelesen und aus diesen beiden vom Subtrahierer 3 die Differenz $\Delta 12$ gebildet. Die Berechnung eines Rauschschätzwertes erfolgt für den Bildpunkt P 6. Dazu erhält die Steuerung 6.90, in der die Mittelwerte gebildet werden, das Signal $\Delta 12$; dieses wird außerdem einem Laufzeitausgleich 6.70 zugeführt, der eine Verzögerungszeit liefert, die zur Mittelwertbildung in 6.90 benötigt wird. Entsprechend dem Beispiel gemäß Fig. 7 ist das die Zeit, die für 1 Zeile + 2 Bildpunkte erforderlich ist. Vom Laufzeitausgleich 6.70 gelangt an den Berechnungsteil 6.00 also das Signal $\Delta 6$, aus dem $\Delta 6m$ berechnet wird. Damit der Subtrahierer 4 die Differenz P 6m bilden kann, muß das verrauschte Eingangssignal im Laufzeitausgleich 7 ebenfalls um die Dauer verzögert werden, die für 1 Zeile + 2 Bildpunkte erforderlich ist. P 6m gelangt nun an den Ausgang 2 sowie zum Bildspeicher 5.

In Fig. 13 ist vor dem Eingang des Vollbildspeichers 5 noch ein Laufzeitausgleich 1 τ angegeben. Dies soll verdeutlichen, daß ein neues Signal P_m erst dann in den Vollbildspeicher 5 eingeschrieben werden soll, wenn die Verarbeitung für ein Signal Δm vollständig abgeschlossen ist.

Unter dieser Voraussetzung ist es beispielsweise möglich, anstelle des Laufzeitausgleichs 6.70 einen weiteren Subtrahierer vorzusehen, dem einerseits das vom Laufzeitausgleich 7 verzögerte verrauschte Eingangssignal sowie von einem zweiten Leseausgang am Bildspeicher 5 das für den örtlich entsprechenden Bildpunkt der vorangegangenen Vollbildperiode abgelegte Signal zugeführt wird.

Entgegen der oben gemachten Annahme benötigt die Signalverarbeitung in den einzelnen Elementen der Schaltungsanordnung unterschiedliche Dauer, insbesondere auch mehr als jeweils einem Bildpunktakt entspricht. Es ist deshalb sinnvoller, in jedem Zweig oder Pfad — wie in Fig. 3, 5 und 6 dargestellt — individuell eingestellte Laufzeitglieder 6.17; 6.27 vorzusehen und dort die Signallaufzeiten in den zugehörigen Schalteinrichtungen sogleich mit zu berücksichtigen.

Für den hardwaremäßigen Aufbau von Ausführungsformen der Erfindung sind, jedenfalls für TV-Signale entsprechend der derzeit herkömmlichen Norm, handelsübliche Schalteinrichtungen ausreichend. So werden z.B. für einen eindimensionalen Hochpaß zwei Register sowie zwei Addierer mit 10 bit-Auflösung, für einen Betragsbildner — je nach Zahlendarstellung — ein Chip, für ein zweidimensionales Tiefpaßfilter (5 × 3-Matrix) zwei 8 bit Zeilenspeicher und drei Addierer sowie vier 8 bit Register und fünf Addierer, für einen Tabellenspeicher — 6.93 — ein bipolares PROM und für Multiplizierer — 6.12; 6.22 — 8 × 8 bit Produktbildner benötigt. Addierer bzw. Subtrahierer sollten für 10 bit-Auflösung ausgelegt sein. Für den Vollbildspeicher werden in der Regel zwei Halbbildspeicher verwendet. Die Speichergrößen ergeben sich für herkömmliche TV-Norm

— 576 Zeilen, 512 Punkte/Zeile, 10 bit Auflösung — zu 2,9 Mbit, bei HDTV — 1250 Zeilen, 1750 Punkte/Zeile, 10 bit Auflösung — zu 21,8 Mbit.

Die Bauteile müssen bei TV-Norm (herkömmlich) für eine Geschwindigkeit von ca. 75 ns, für HDTV für ca. 20 ns ausgelegt sein. Bei HDTV können Multiplizierer durch Schieberegister und Addierer ersetzt werden. Dabei können die Steuersignale weniger als 8 bit genau sein.

Für empfängerseitige Rauschreduktion kann es ausreichen, lediglich das Luminanzsignal entsprechend den Ausführungsformen der Erfindung zu behandeln. Für die beiden Chrominanzsignale brauchen die Schaltungsanordnungen nicht so komfortabel ausgestattet zu sein, wie dies für die Behandlung des Luminanz- oder von R-, G-, B-Signalen und insbesondere für die senderseitige Rauschreduktion zu empfehlen ist. Für die Rauschreduktion von Signalen für Chrominanz und Luminanz bzw. R-, G-, B-Komponenten kann auch jeweils nur eine Schaltungsanordnung vorgesehen und diese im Zeitmultiplex betrieben werden, insbesondere dann, wenn HDTV geeignete Schaltungen für herkömmliche TV-Norm einsetzbar sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Rauschreduktion digitalisierter Fernsehsignale, bei welchem zur Durchführung rekursiver Operationen in ihrem Rauschanteil reduzierte Fernsehsignale gegenüber noch unvermindert verrauschten Eingangssignalen um die Dauer einer Vollbildperiode zu verzögern sind und für jeden Bildpunkt zwischen unverzögerten und verzögerten Fernsehsignalen die zur Erzeugung eines den Rauschanteil vermindernenden Korrektursignals heranzuziehende Differenz zu bilden ist, dadurch gekennzeichnet, daß

- rauschreduzierte Fernsehsignale zeitgleich mit ihrer Bildung als Ausgangssignale bereitgestellt sowie zur Verzögerung um die Dauer einer Vollbildperiode abgespeichert werden,
- als Korrektursignal für jeden Bildpunkt ein Schätzwertsignal in einem Verarbeitungsprozeß erzeugt wird, bei dem das Signal der heranzuziehenden momentanen Differenz, gesteuert durch unterschiedlich bezüglich ihrer Frequenzlagen bewertete Anteile von für örtlich benachbarte Bildpunkte vorliegenden Differenzsignalen, adaptiert wird, und
- rauschreduzierte Ausgangssignale jeweils aus der Differenz zwischen aktuell angelieferten Fernsehsignalen und bildpunktmäßig zugehörigen Schätzwertsignalen bestehen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erzeugung des Schätzwertsignals mittels einer kombinierten linearen Filterung und einer nichtlinearen Beeinflussung des Differenzsignals erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein bewegungsadaptiertes Schätzwertsignal erzeugt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung des bewegungsadaptierten Schätzwertsignals für den Rauschanteil eine weiche Umblendung zwischen zwei Signalen vorgenommen wird, die beide vom Differenzsignal des Bild-zu-Bild-Vergleichs abgeleitet werden, in denen jedoch höher- und niederfrequente Anteile un-

terschiedlich belassen und bewertet werden, wobei die Steuerung dieser Bewertungen in Abhängigkeit von der Bewegungsgeschwindigkeit des betreffenden Bildinhalts erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegungsgeschwindigkeit des Bildinhalts durch Tiefpaßfilterung detektiert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegungsgeschwindigkeit des Bildinhalts durch eine Mittelwertbildung detektiert wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine nichtlineare Beeinflussung bei der Erzeugung des Schätzwertsignals für den Rauschanteil erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß lediglich das Luminanzsignal der Rauschreduktion unterzogen wird.

9. Schaltungsanordnung zur Rauschreduktion digitalisierter Fernsehsignale, gekennzeichnet durch

- einen Signalzweig für das verrauschte Eingangssignal zwischen dem Eingang (1) der Schaltungsanordnung, an dem auch ein erster Eingang (+) eines ersten Subtrahierers (3) angeschlossen ist, und einem ersten Eingang (+) eines zweiten Subtrahierers (4),

- einen Rekursionszweig mit einem Vollbildspeicher (5), dessen Eingang am Ausgang des zweiten Subtrahierers (4) liegt, an dem sich auch der Ausgang (2) der Schaltungsanordnung befindet, und mit dem Ausgang des Vollbildspeichers (5) am zweiten Eingang (–) des ersten Subtrahierers (3),

- und
- einen Zweig zwischen dem Ausgang des ersten Subtrahierers (3) und dem zweiten Eingang (–) des zweiten Subtrahierers (4) mit Einrichtungen (6) für die Berechnung eines Schätzwertsignals für den Rauschanteil.

10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch einen als Schleife (6.00) ausgebildeten Zweig mit Einrichtungen (6) und einem Abzweig mit Einrichtungen (6.90) zu deren Steuerung sowie durch einen Laufzeitausgleich (7) im Signalzweig für das verrauschte Eingangssignal, dessen Verzögerungszeit der Dauer entspricht, die für die Erzeugung des Schätzwertsignals für den Rauschanteil benötigt wird.

11. Schaltungsanordnung nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch zwei Signalpfade in der Schleife, von denen zumindest einer ein Filter (6.11; 6.21), insbesondere einen Hochpaß (6.11) enthält, und die beide je einen Multiplizierer (6.12; 6.22) enthalten, welche an einen Addierer (6.30) führen.

12. Schaltungsanordnung nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch einen Steuer-Abzweig mit einem Betragsbildner (6.91), einem zweidimensionalen Tiefpaß (6.92) und einem Tabellenspeicher (6.93), dessen Ausgänge (x_1 , x_2) an die Multiplizierer (6.12; 6.22) in den Signalpfaden führen.

13. Schaltungsanordnung nach Anspruch 11 oder 12, gekennzeichnet durch einen Tiefpaß (6.21) im anderen Signalpfad.

14. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, gekennzeichnet durch mindestens einen nichtlinearen Signalwandler (6.13; 6.23; 6.31) in der Schleife.

15. Schaltungsanordnung nach Anspruch 14 und ei-

nem der Ansprüche 11 und 12, gekennzeichnet durch eine Vereinigung eines nichtlinearen Signalwandlers (6.13; 6.23) mit einem Multiplizierer (6.12; 6.22).

16. Schaltungsanordnung nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch eine Ausbildung eines mit einem nichtlinearen Signalwandler (6.13; 6.12) vereinigten Multiplizierers (6.12; 6.22) als Tabellenspeicher (ROM, (E) PROM).

17. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, gekennzeichnet durch eine Anordnung des zweidimensionalen Tiefpasses (6.92) vor dem Betragsbildner (6.91) und einen Subtrahierer (6.19) anstelle des Hochpasses (6.11).

18. Schaltungsanordnung nach Anspruch 17, gekennzeichnet durch eine Vereinigung des Betragsbildners (6.91) und des Tabellenspeichers (6.93) in einem adressierbaren Speicher (ROM, (E) PROM).

19. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 18, gekennzeichnet durch eine dreifache Ausbildung für das Luminanz- und die beiden Chrominanzsignale bzw. für die R-, G-, B-Signale eines Farbfernsehsignals.

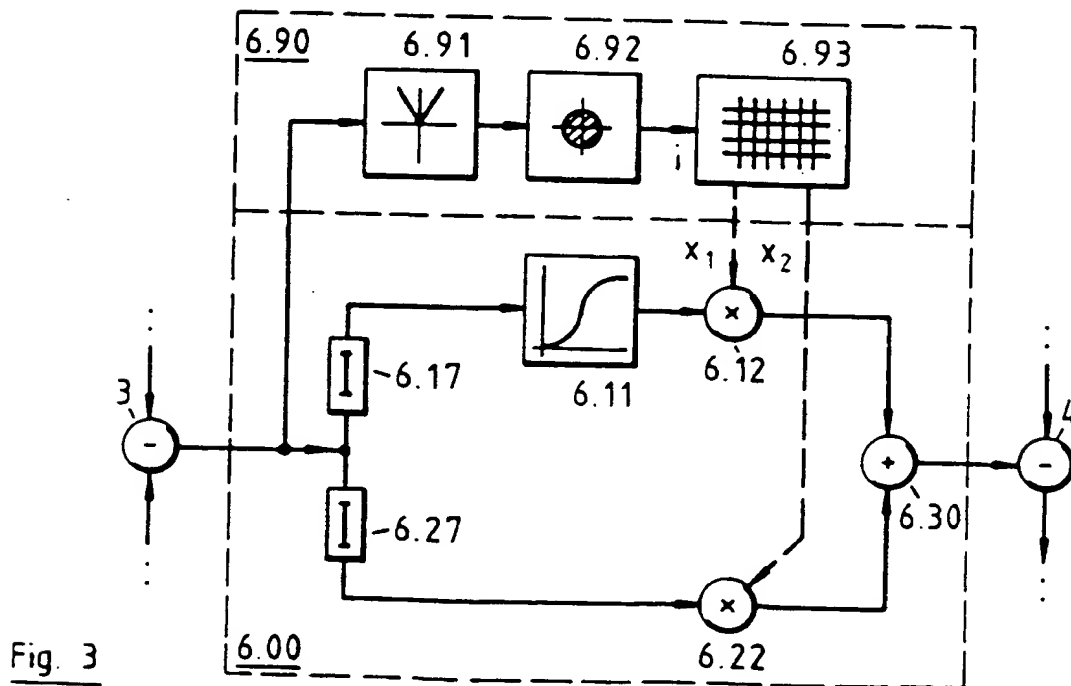
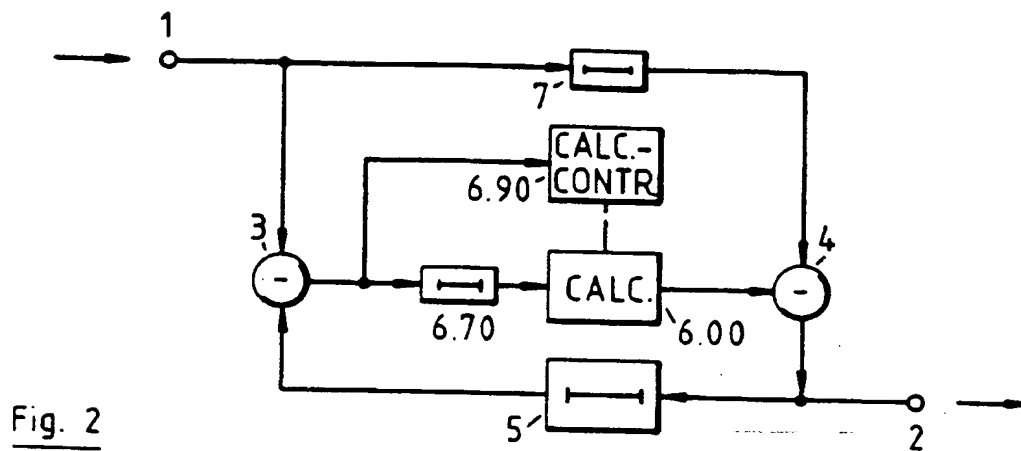
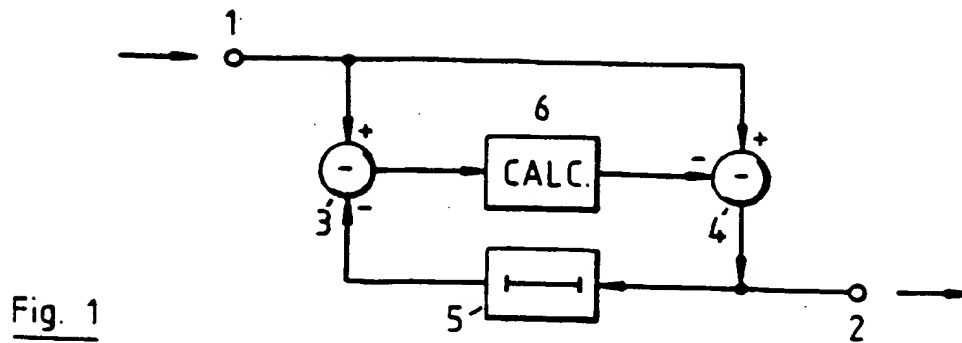
20. Schaltungsanordnung nach Anspruch 19, gekennzeichnet durch eine komfortablere Ausbildung der für das Luminanzsignal vorgesehenen Schaltungsanordnung und eine einfachere Ausbildung der Schaltungsanordnungen für Chrominanz-Signale.

21. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 18, gekennzeichnet durch einen Multiplexer vor dem Eingang (1) und einen Demultiplexer hinter dem Ausgang (2) und einen Zeitmultiplexbetrieb für das Luminanz- und die Chrominanz- bzw. die R-, G-, B-Signale.

22. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 21, gekennzeichnet durch eine digitale Verarbeitung und Speicherung der Signale in der gesamten Anordnung mit einer höheren Genauigkeit, als sie durch die Auflösung der Ein- und Ausgangssignale vorgegeben ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —



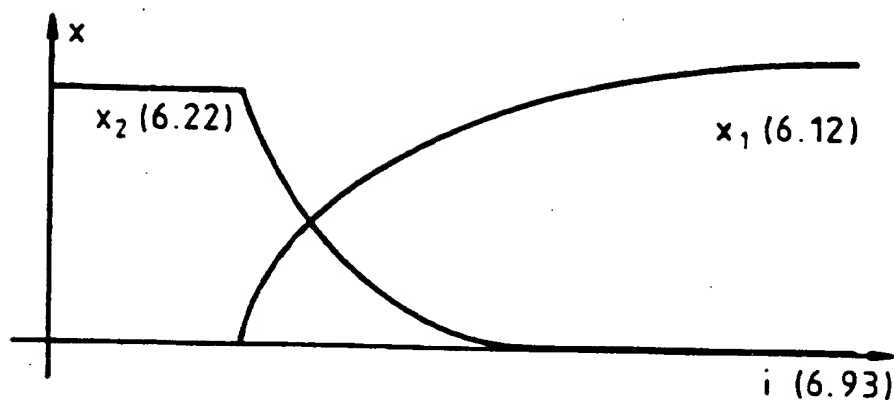


Fig. 4

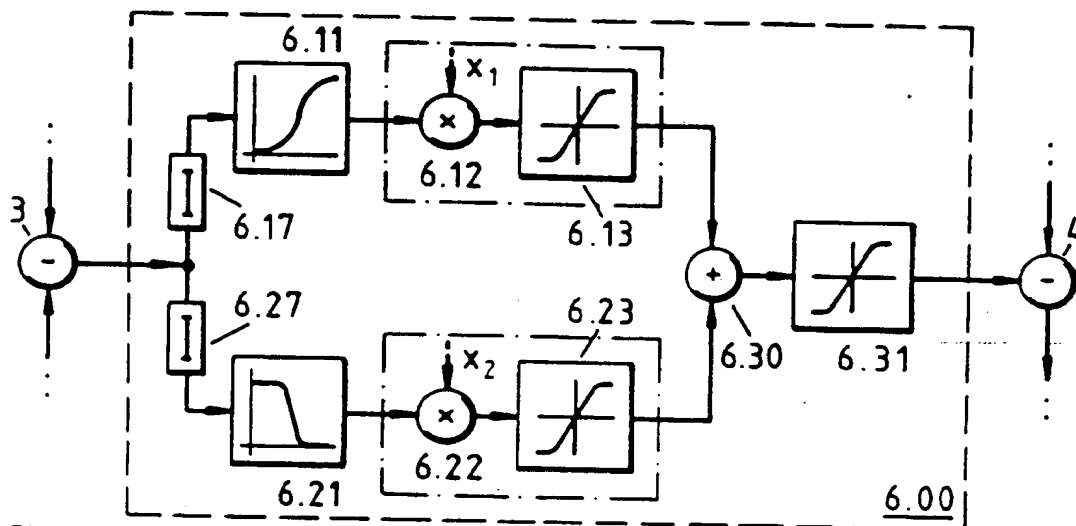


Fig. 5

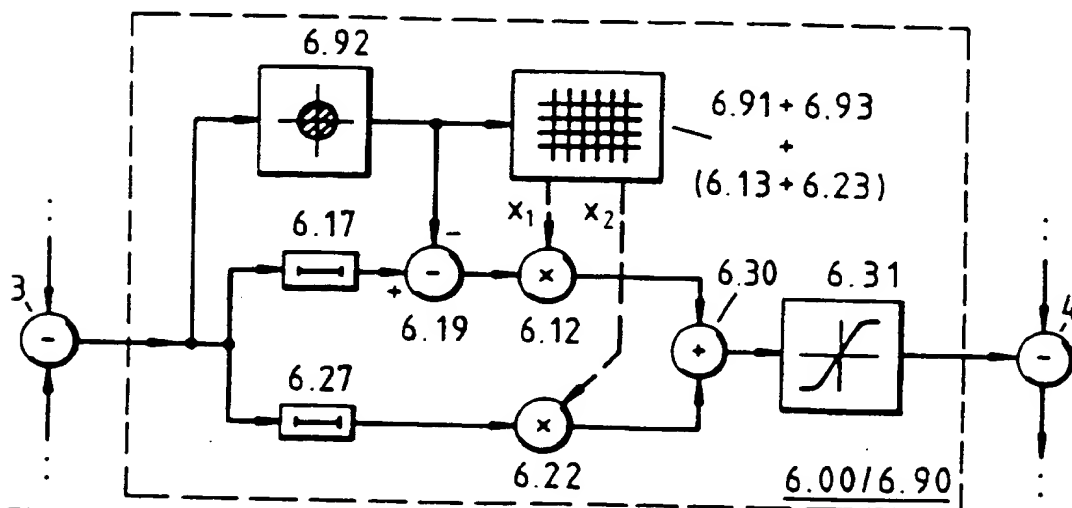


Fig. 6

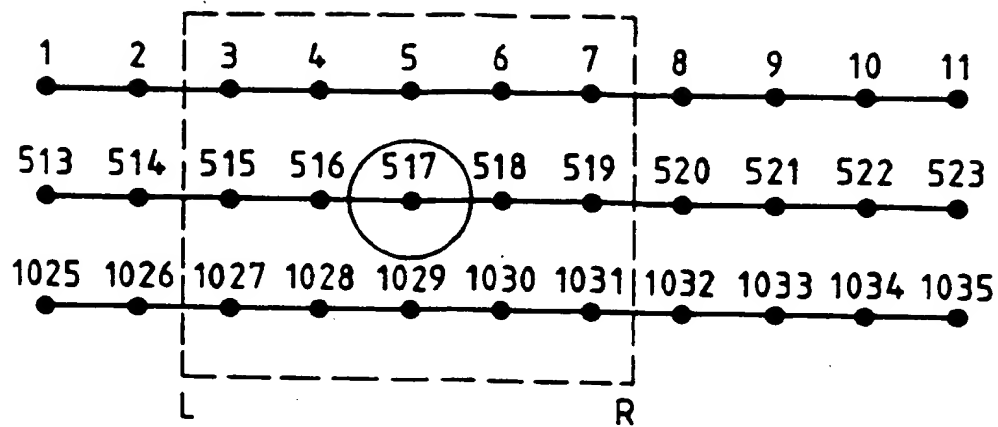


Fig. 7

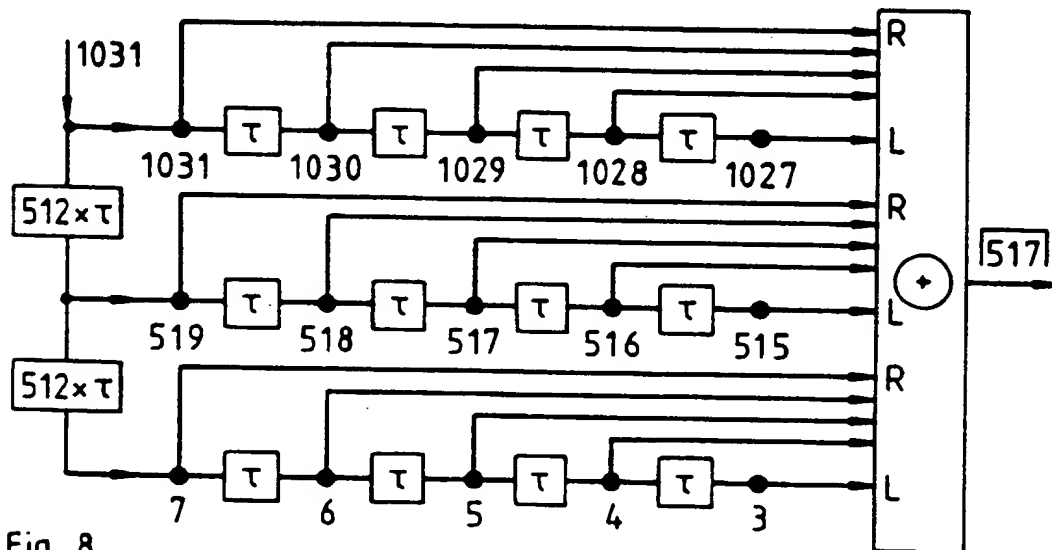


Fig. 8

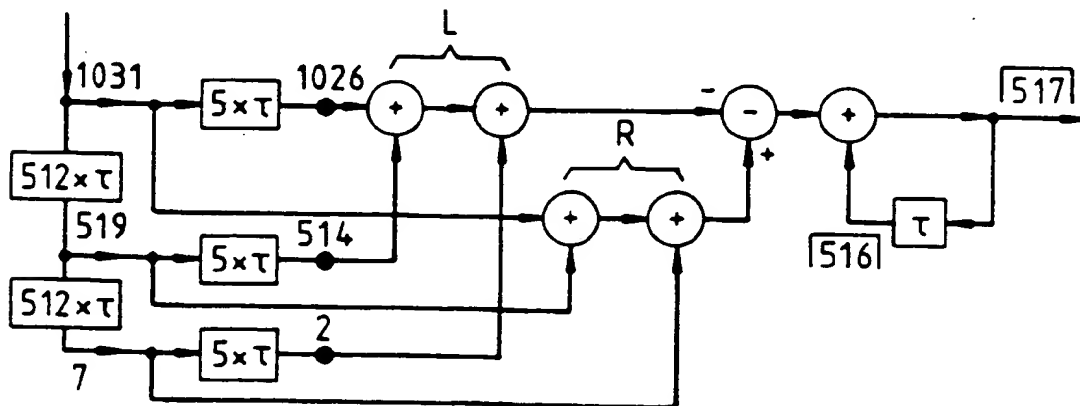


Fig. 9

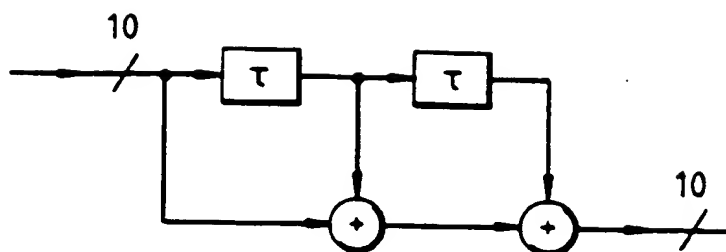


Fig. 10

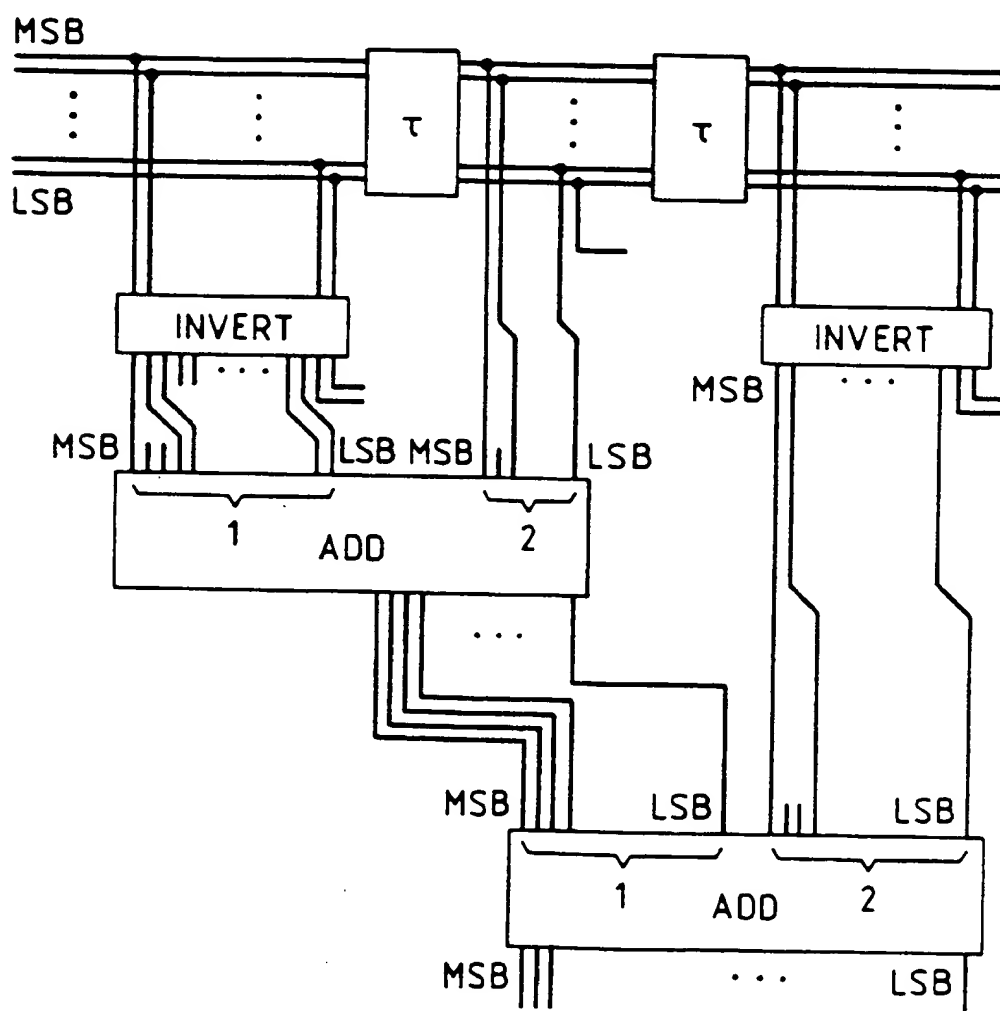


Fig. 11

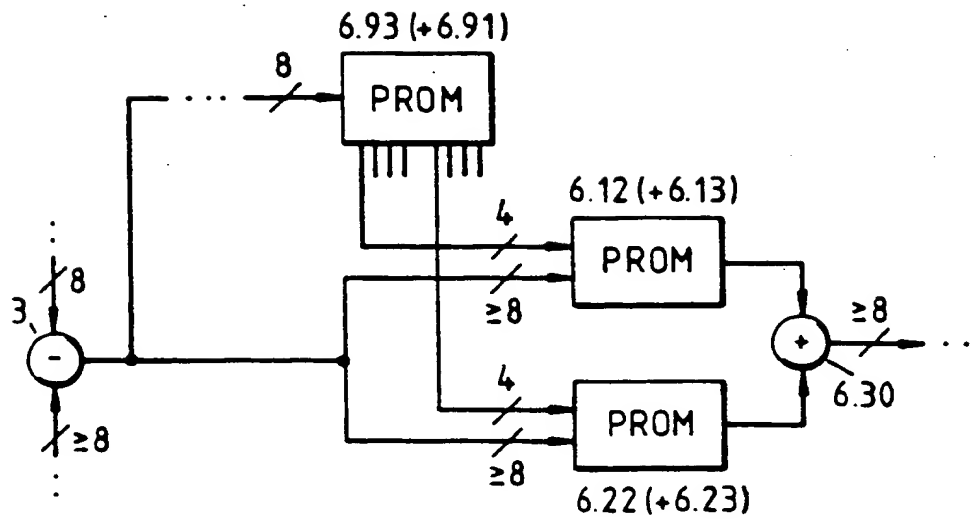


Fig. 12

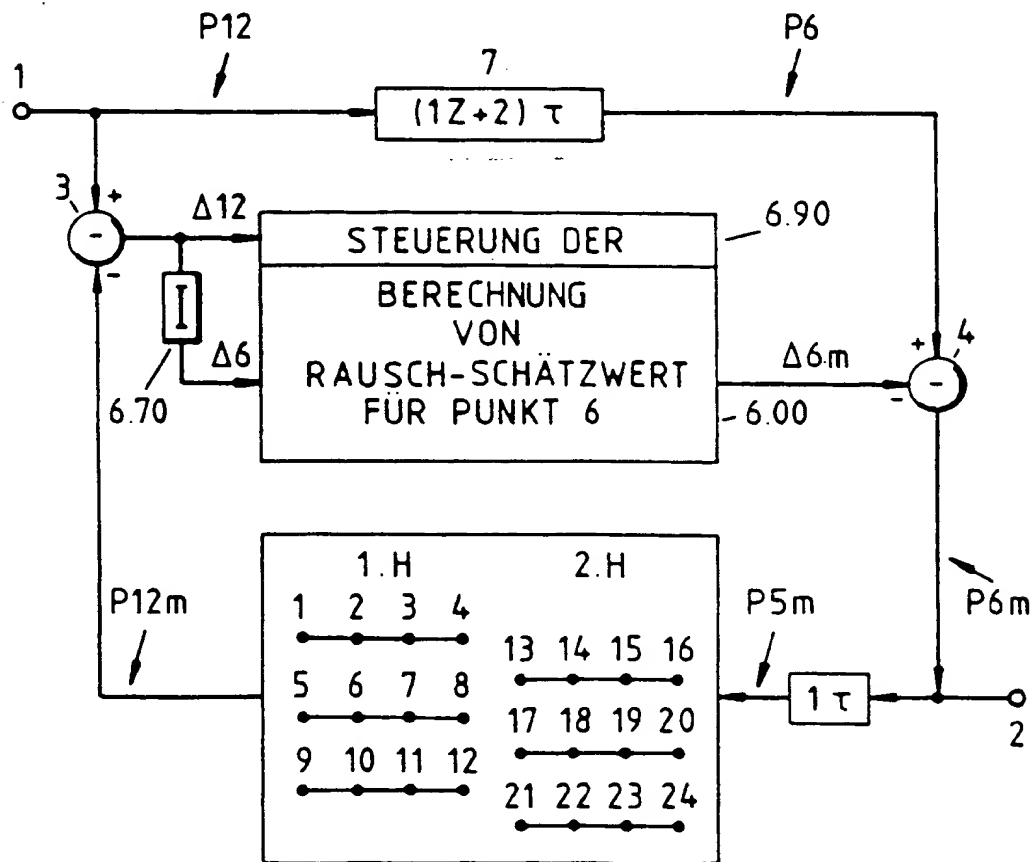


Fig. 13

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.